

김 희 식 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수 | e-mail : drhskim@uos.ac.kr

IT융합 적용을 위하여 컴퓨터 또는 현장 데이터 취득 유닛과 각 센서노드 간의 데이터 통신망이 필요하고 또한 중앙 제어기와 데이터 전송이 필요하다. 이러한 IT융합 데이터 통신망 구축에는 유선통신이 전송 효율측면에서 안정적이기 때문에 선호된다. 그러나 불가피하게 무선이 필요할 때 IT현장에서 주로 선택되는 무선통신망의 종류별로 특성과 장단점을 비교 분석하였다.

무선통신의 종류

IT융합이라는 기술은 Computer, Microprocessor, Embedded system 등을 활용하여, 기계 전기시설과 장비 간의 통신 네트워크를 통하여 원격 감시 및 제어하는 자동화 기술 분야이다. IT융합 응용 분야는 제조산업, 도로, 철도, 차량, 조선, 항공, 공항, 항만, 공공시설, 가전, 교육, 가정, 보안, 군용, RFID 등 모든 시설과 장비를 디지털 네트워크로 연결하여 편리하게 감시 및 제어하는 다양한 분야이다. 우리나라에서 IT기술이 최근

고도로 발전되면서 많은 분야에서 중심 화두가 IT융합 단어이다. IT융합 기술에서는 데이터를 전송하는 통신 매체가 중요하며, 주로 유선 Network가 실제적으로 주종으로 적용되고 있다. 그러나 IT융합이 적용되는 현장의 환경여건에 따라, 유선망이 곤란하고 무선 통신이 불가하게 필요하게 될 경우가 많다. IT융합에 적용되는 디지털 무선통신 네트워크의 종류는 Bluetooth, Zigbee, 400MHz 또는 900 MHz RF Modem, Wifi Modem 등이 주로 선택되어 구성되고 있다.

표 1 IT융합을 위한 데이터 통신에서 유선과 무선의 장단점 비교

항목	유선	무선
통신선 설치	통신선 설치 작업 불리	필요 없어 설치 시에 유리
통신 도달 거리	장거리, 수백 미터	환경에 의한 도달 거리 제한, 수십미터
시스템 고장 빈도	비교적 안정적이다.	고장 많다.
유지보수 비용	유지보수 비용 적다.	유지보수 비용 많다.
통신에러 빈도	통신장애 적다.	통신 장애 자주 발생
외부 노이즈 영향	노이즈 영향 적다.	노이즈 문제 심하고 자주 통신 두절됨
날씨 습도 영향	날씨 변화에 강하다.	비바람, 눈, 서리, 온도, 이슬 등에 취약함.
Battery 활용	필요 없음, 통신선과 전원선 공용 (PLC)도 가능함.	Battery 전원 필요 경우가 많음.
전원 Battery 교체	필요 없음.	주기적 교체에 수작업 인력이 필요함.
통신 Modem 비용	Board 포함되어 저비용	함 외부에 안테나 설치 비용
안테나 설치	안테나 필요 없음.	안테나 설치된 현장에서 다양한 문제가 자주 발생함.
1:N 네트워크 구성	Multi-Drop 자동으로 모뎀에 내장되어 쉽다.	1:N 구성은 가능하나, 두절 문제가 현장에서 자주 발생

디지털 데이터 통신에서 유선과 무선의 비교

디지털 데이터 통신에서 유선과 무선(wireless) 중에 유선이 가능한 현장 조건이면 유선을 우선적으로 적용해야 하고, 유선이 거의 불가능한 상황인 경우에는 무선을 적용해야 한다(표 1 유선과 무선의 특성 비교). 일부 현장 경험이 부족한 IT융합 시스템을 새로 설치하는 기술자는 무선통신 모뎀의 경우 통신선 설치 없이 저렴한 모뎀으로 10m~20m 거리의 통신이 쉽게 가능한 장점을 우선적으로 고려하여 현장에 무선 디지털 네트워크를 구성할 것이다. 그러나 실험실 밖의 열악한 환경에서 실제적으로 운용하여 보면, 노이즈 문제, 통신에러가 빈번하고, 그 유지보수 인력이 계속 투입되고, 데이터 손실 문제가 심각하여 무선통신 네트워크를 포기하고 유선방식으로 추후 교체해야 하는 경우가 많다.

무선통신의 이해

IT융합에 자주 거론되는 근거리 무선통신이란 송신 전파(carrier wave) 위에 FM 등 방식으로 디지털 데이터를 실어(encoding) 전송하는 디지털 데이터, 즉 정보를 무선전파 매개체를 이용하여 발신하고, 가까운 거리에 있는 수신자의 안테나를 통하여 수신하고, 전파 속에 실려오는 정보 데이터 packet을 수신측에서 아날로그 신호인 전파신호에서부터 디지털 데이터 packet을 분리하여 해독(decoding)하여 디지털 정보를 교환하는 방식을 근거리 통신이라고 말한다. 현재 각종 장비들간의 디지털 통신은 유선으로 연결된 통신방법이 더 우선적으로 사용되고 있지만, 유선통신의 단점인 기기의 이동성, 설치·확장의 용이성에 한계성이 있어 무선 근거리 통신이 꼭 필요하여 적용되는 경우도 많다.

근거리 디지털 무선통신에 사용되는 방식 중에 빈도가 높은 통신 종류는 블루투스, Zigbee, 무선 랜(Wifi), IrDA, HomeRF 등이 있다. 여러 무선통신 분야에서는 유선의 한계성을 극복하고 사용자 위주의 편리성을 제

공하기 위해서 Protocol, 기준 국제 표준화 등이 개발 및 발전되고 있다. 블루투스는 휴대폰과 같은 이동 단말기의 데이터 통신 분야, 무선 랜은 PC 네트워크 접속 분야에서 Access Point 장비를 활용하고, IrDA는 적외선(Infra Red) 광선을 활용하여 근거리의 정보 기기들간의 데이터 통신이 가능한 규격이 제정되어 있고, 가정용 전화기와 PC를 중심으로 한 가정용 전자제품간의 정보교환을 통한 Home Automation 분야의 HomeRF 등 표준규격 등이 다양한 근거리 통신방향으로 발전되고 있다.

Bluetooth 무선통신

블루투스(푸른 이빨)의 통신 규격 역사는 1998년에 Bluetooth SIG(Special Interest Group)를 조직하며 본격적으로 세상에 발표되었다. 당시에 규격제정에 참여한 기업으로는 에릭슨을 비롯한 IBM, 인텔(Intel), 노키아(Nokia), 도시바(Toshiba) 등의 그룹이 창립 멤버로 bluetooth protocol 표준화 작업으로 출발했다. 그리고 1999년 SIG에서는 처음으로 블루투스는 저가 단거리 무선통신규격(Low-Cost Short-Range Wireless Spec)으로 누구에게나 무료로 공개하는 것을 원칙으로 하였다. 약 10세기경에 노르웨이를 통일한 강력한 해적대왕 “Herald Bluetooth” 처럼, 다른 통신 규격보다 강력하고 우수한 통신특성이 있어, 곧 근거리 디지털 통신의 대왕같은 세계적인 표준으로 될 것이라고 믿고 무적의 해적왕의 이름을 그 별명으로 붙인 것이다.

현재는 3Com, Agere Systems, Ericsson, IBM, Intel, Microsoft, Motorola, Nokia, Toshiba의 9개의 기업이 프로모터(Promoter)를 주축을 이루고 있으며, 그 아래의 수준에 해당하는 어댑터(Adopter)나 어소시에이트(Associate)의 멤버는 수는 전 세계적으로 수천 개에 달한다. 결국 전 세계적으로 수많은 기업이 Bluetooth 표준화 SIG에 적극적으로 참여함으로써 아직 불확실한 단거리 무선통신 기준 중에서 표준규격 후보로 가장 확

표 2 블루투스 통신 규격의 Power Class

Power Class	Maximum Output Power(Pmax)	Nominal Output Power	Minimum Output Power ¹⁾	Power Control
1	100mW(20dBm)	N/A	1mW(0dBm)	Pmin+4 dBm to Pmax Optional: Pmin ²⁾ to Pmax
2	2.5mW(4dBm)	1mW(0dBm)	0.25mW(-6dBm)	Optional: Pmin ²⁾ to Pmax
3	1mW(0dBm)	N/A	N/A	Optional: Pmin ²⁾ to Pmax

산된 선두자리를 잡고 있다.

블루투스는 송신 Power에 따라 세 개의 Class로 분류된다. 보통 Class1의 경우 무선 10mW 출력으로 100m 까지 전송이 가능하며, Class2는 무선 2.5mW 출력으로 20~30m, Class3는 10m 정도 도달거리이다. 실제로 상용화된 블루투스 모듈도 이 클래스별로 제품화되어 판매되고 있다.(표 2)

Class1 모듈의 경우 전송 거리는 길다는 장점이 있지만 별도의 파워 앰프가 존재하여 전력 소모량이 많으므로 배터리 전원의 휴대용 기기에 장착하였을 경우 장기 송수신 시에 배터리 문제가 발생할 수도 있다. 따라서 전력 소모량과 전송 거리 모두를 해당 어플리케이션에 맞게 고려하여 파워 클래스를 선택하는 것이 중요하다. 수신부 성능 규격에서는 수신 감도는 BER(Bit Error Rate) 0.1%가 되는 지점이 -70dB까지 되도록 허용하고 있다. 또 모듈레이션 방식은 GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)를 사용하고 있다.

Bluetooth 규격을 바탕으로 한 어플리케이션들은 매우 다양하며, 우리의 일상생활에 대대적인 디지털 네트워크를 기대하게 하고 있다. 블루투스를 가장 기본적으로 적용한 Smartphone 어플리케이션은 이 통신규격의 장점을 살린 것이라고 할 수 있다.

무선 LAN 통신 규격(WiFi)

블루투스와 가장 강력한 경쟁 관계인 근거리 통신 규격이 바로 무선 랜인 IEEE802.11b이다. 통신 주파수는 일단 블루투스와 동일한 2.4GHz ISM 밴드를 사용한다. 전파 ISM 주파수는 ISM(Industrial Scientific Medical, 계

측, 과학연구, 의료용)으로 허용된 band이다. 무선 소 출력 전파 송수신기 사용되고, 다른 전파장비와 달리 무허가이며, 10mWatt 이하 소출력, 근거리 통신용으로 허용된 전파 주파수 범위를 말한다. 미국, 한국, 일본 등 세계 대부분 국가가 동일하게 허용하고 있는 전파범위이다. IEEE802.11b의 protocol 스펙을 보면 블루투스를 능가하는 수준의 매우 체계적인 통신 규격이다. 공식적인 명칭은 IEEE802.11b 별명은 무선LAN 또는 WiFi이다. WiFi 명칭 유래는 전에 고급 Audio 성능기준을 HiFi라고 칭했는데, 유사하게 WiFi(Wireless Fidelity)라고 붙인 것이다. WiFi는 전송속도 면에서 스펙 상 11Mbps 정도이며, 블루투스 통신속도보다 훨씬 고속의 통신 성능을 지니고 있다. 또 블루투스의 네트워크 AP(Access Point)는 하나당 7대까지의 연결이 가능하지만, 그에 반해 IEEE802.11b는 수십 대에서 수백 대의 1:N 연결이 가능하다. 그러나 일단 IEEE802.11b는 그 탄생이 유선 랜을 대체하기 위한 목적으로 탄생한 기술이므로, 결코 컴팩트한 통신 솔루션은 아니다. 특히 블루투스에 비해 Hardware 부피가 크고 전력 소모량이 많기 때문에 휴대용 모바일에서는 적합하지 않은 통신으로 평가된다. 또 IEEE802.11b는 바로 음성 채널이 없는 것도 블루투스 와 비교하여 하나의 제약사항으로 되어 있다.(표 3)

Zigbee 무선통신 규격

무선통신 규격 ZigBee는 널리 퍼져 있는 기기간 센서 네트워크를 구성하는 아주 단순한 제어와 관리를 수행할 수 있는 WPAN의 최적의 기술로 시작되어 많이 적용되고 있다, Zigbee 가장 큰 특징은 저전력 소모, 저가

표 3 2.4GHz 및 5.0GHz 대역에 표준화된 무선 LAN(WiFi)의 발전된 규격 종류들

Properties	Wireless LAN				
	802.11	802.11b	802.11g	802.11a	HiperLAN2
Spectrum	2.4GHz			5GHz	
Maximum Tx. Speed	2Mbps	11Mbps	22 or 54Mbps	54Mbps	
Range	100m(실내고정용)				150m
Traffic	Data				
Service year	현재			개발중(2003년 개발 예정)	
Price	\$25/2001			500 달러/card	3,000 달러/AP
Leading company	3Com, Apple computer, Lucent, Cisco systems, Sony, Del computer			Intel, Proxim, Cisco Systems	Alcatel, Bosch Lucent, Ericsson
Domestic company	삼성전기, 삼보정보통신, 시스윌, 효성데이터시스템, 와이드링크 등		삼성전기	802.11b 업체들	삼성전자
Supporting commissions	IEEE802.11, WECA, WLANA, OFDM Forum			IEEE802.11, MMAC	ETSI BRAN HiperLAN2 Global Forum
	TTA 산하 무선 LAN 연구반			5 GHz 대역 주파수이용연구전담반	
Characteristics	유선LAN의 대체 국제 표준이 일찍 정립 전송률이 높음, 상대적 고가 미국, 일본에서 11 Mbps 급 돌풍			Future of Wireless LAN 5GHz에 국내업체의 많은 관심 가격이 상대적으로 저렴	

모듈(\$1 이하) 등의 장점 등으로 시장 활용성을 강조한 무선통신 규격 기술이다. 저전력, 저비용이라는 ZigBee의 기술 특성상 그 적용 분야는 무궁무진하다. Zigbee Module은 개발되어 시중에 나와 있다. 그러나 아직은 Zigbee 통신 도달 거리의 한계와 낮은 데이터 속도의 단점이 있어, 시장 도입기간에 비하여 아직 적용 예가 적게 보인다.

세계 최고 수준의 IT기술과 유무선 네트워크 인프라를 이미 구축하고 있는 한국은 ZigBee를 기존 유무선 네트워크와 연결해 다양한 유비쿼터스 서비스를 개발할 수 있어 도로, 교통, 철도, 차량, 자연환경 감시, 보안, 제조산업 등에 그 응용의 가능성이 매우 많다. 국내 IT 업체들이 ZigBee 국제 표준에 직접 참가하고 있으며, 정부 해당 부처에서도 국제 표준 활동을 측면 지원하고 있으며, 산학연 공동으로 Zigbee와 같은 저렴한 무선통신 네트워크가 실제적으로 적용된 IT융합 시스

템 모델과 기술을 개발하고 있다.

일반적으로 RF 송수신기와 센서(동작, 압력, 기온, 습도 등) 무선 센서 및 제어 네트워크의 경우, 대용량 정보전달에 대한 데이터 양이 요구되는 인터넷 망과 달리, 적은 데이터 량, 긴 배터리 시간, 짧은 도달거리의 전송 커버리지 확보를 필요로 한다. 이러한 Sensor Network의 현장의 요구사항을 충족시키기 위해 IEEE는 2003년 5월 802.15.4규격의 별명 Zigbee를 발표하였고, 마케팅과 인증 등 산업 촉진을 위해 설립된 ZigBee Alliance에서는 IEEE에서 정의하는 PHY와 MAC에 네트워크와 보안계층을 표준화하는 작업을 계속 개선하고 있다. ZigZag 날아다니는 벌떼 Bee들의 복잡한 모양처럼 센서들의 흩어진 모양이 다양하더라도 확실한 전송망을 구축할 수 있는 망연결 특성을 가지고 있기 때문에 Zigbee라고 통신규격의 별명을 붙인 것이다.

IrDA 적외선 통신 규격

IrDA는 적외선을 이용한 양방향 송수신 두 가닥의 직렬 무선 통신이다. 디지털 통신에서 전파와 적외선은 통신 encoding 기술 적용이 전혀 다르다. 전파에서는 AM 또는 FM 방식으로 디지털 데이터를 encoding하지만, 적외선에서는 on-off 방식으로 매우 간단하게 encoding한다. 한동안 IrDA는 노트북이나 PDA 등의 단거리 무선 인터페이스에 의욕적으로 적용되었다. 하지만 광선을 사용하는 특성 때문에 일단 IrDA 통신 장비끼리 두 개의 장치가 서로 마주 본 위치로 발신 LED와 수신 Photodiode 방향이 거의 일직선상으로 놓여있지 않으면 작동이 어렵고, 또한 통신 모듈 사이에 놓인 작은 장애물도 광선 통과에 약하다는 단점이 컸다. 또 결정적으로 IrDA는 1:N 네트워크가 지원되지 못한다. 이제 IrDA 통신 모듈의 적용은 다른 전파 이용하는 모델에 비하면, 약간 사양길에 접어든 기술이 되고 있다.

결론 및 향후 전망

현재 RFID(Radio Frequency Identification)태그에 무선통신 기능이 현재보다 더 확대 부가되고 또 주위 환

경을 감지하는 Sensor 기능이 부가되면, 능동적으로 정보를 처리하는 지능형 초소형 스마트 센서 네트워크로 폭발적으로 발전될 것이다. 현재의 RFID 응용은 고정된 개체 인식 코드 획득 및 물품 구분 수준이지만, 향후에는 다기능 Tag의 상황인지 처리 수준으로 진화하여, 개체간 통신 기능을 갖춘 지능형 USN(Ubiquitous Sensor Network)으로 발전할 것으로 전망된다. 따라서 지능형 USN 구현은 이 세상 삼라만상 모든 물체가 네트워크에 연결되어지는 유비쿼터스 사회를 나아가는 핵심기술이며, 스마트 홈 네트워크의 구현과 같이 실생활에서의 응용이 가능하고, 보안, 환경, 산업시설 및 군용, 모니터링 등 안전하고 편리한 인간생활을 제공하게 될 것이다. 이미 전국적으로 거미줄처럼 구축되어 있는 4G 이동통신망과 초고속 인터넷 인프라와의 연결을 통해 IT융합을 고도화시키는 무선통신 기술이 확장되고 발전될 것이다.

향후에 IT융합을 위한 무선통신 네트워크 종류 중에서, 군 또는 공공기관에서 우선적으로 RFID 및 USN을 적용한 시범 공공서비스의 추진을 통한 무선통신 네트워크 시스템 개발이 향후에 확산될 것이며, 기대되는 IT 융합의 분야이다.



기계용어해설

비선형 진동(Nonlinear Vibration)

운동방정식이 비선형 미분방정식으로 나타나는 계에 일어나는 진동의 총칭.

정규분포(Normal Distribution)

분할폭을 작게 하고 시료의 수를 한없이 많이 하면, 분포 곡선이 차례로 매끄럽게 되어 평균 m 을 중심으로 좌우대칭으로 되는 것.

정규진동형(Normal Mode of Vibration)

γ 자유도의 진동계의 진동수 방정식은 보통 각진동수에 대하여 γ 개의 근이 있는데, 이 근에 대한 진동의 형상.

노즐 차단조정(Nozzle Cut-out Governing)

다수의 노즐 중 그 일부를 증기가감 밸브로 차단시켜 증기유량을 가감하여 출력 또는 회전수를 줄이는 증기 터빈 조속법의 일종.